

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-179916

(P2004-179916A)

(43) 公開日 平成16年6月24日(2004.6.24)

(51) Int. Cl.⁷

H04L 12/28

H04L 29/04

F I

H04L 12/28 300Z

H04L 13/00 303A

テーマコード (参考)

5K033

5K034

審査請求 有 請求項の数 4 O L 外国語出願 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2002-343080 (P2002-343080)

(22) 出願日 平成14年11月26日 (2002.11.26)

(71) 出願人 598069892

アサステック・コンピューター・インコー
ポレイテッドASUSTEK COMPUTER IN
C.台湾 タイペイ ベイトウ リーテ ロー
ド ナンバー150 フォース フロア

(74) 代理人 110000028

特許業務法人明成国際特許事務所

(72) 発明者 江 幸祥

台湾新竹市南大路473巷23弄25号

Fターム (参考) 5K033 AA01 CA01 DA17

5K034 AA07 AA09 DD02 EE03 NN02

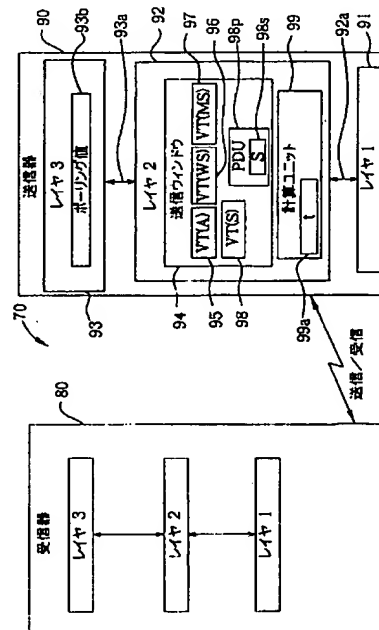
(54) 【発明の名称】 ウィンドウベースポーリングに適用されるプロトコルデータユニット範囲の試験および計算の方法

(57) 【要約】

【課題】 無線通信プロトコルにおける送信器の不要なポーリング動作が省略でき、各種実装に共通する、ポーリング要求のトリガを決定する方法を提供する。

【解決手段】 送信器90は、nビットのシーケンス番号をそれぞれ備えたプロトコルデータユニット (PDU) を送信できるものである。ポーリング決定方法は、nビットのシーケンス番号であるパラメータSに基づいてポーリングを行うべきかを決定することで実行される。次に送信されるPDUが再送されるPDUではなく、且つ、前記ポーリング決定方法がポーリングをかけることを示す場合のみに、これをトリガとしてポーリングをかける。この方法には、等式： $t = ((2^n + 1 + S - VT(A)) \bmod 2^n) / VT(WS)$ が用いられる。式中、Sは次に送出されるPDUのシーケンス番号である。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無線通信プロトコルにおける、 n ビットのシーケンス番号をそれぞれ備えた送信プロトコルデータユニット(PDU)を送信できる送信器に対し、ポーリング要求のトリガを決定する方法であって、

ポーリングを実行すべきかを決定するポーリング決定方法を提供するステップと、
PDUが再送されるPDUではなく、且つ、前記ポーリング決定方法がポーリングのトリガをかけることを示した場合のみに、ポーリングのトリガをかけるステップと
からなる方法。

【請求項 2】

10

前記ポーリング決定方法が、

それを超えるとポーリングのトリガがかけられることになるポーリング値を提供するステップと、

前記送信器の送信ウィンドウの開始シーケンス番号を示す基準シーケンス番号 $V_T(A)$ を得るステップと、

$(2^n + 1)$ にパラメータ S と前記基準シーケンス番号 $V_T(A)$ との差を加えてなる第 1 の値を得るステップと、

前記第 1 の値の 2^n によるモジュラス(modulus)である第 2 の値を得るステップと、

前記第 2 の値を前記送信ウィンドウのサイズで割ってなるテスト値を得るステップと、
からなり、

20

前記テスト値が前記ポーリング値以上となり、且つ、前記パラメータ S が送信される PDU の前記 n ビットのシーケンス番号となる場合に、ポーリングのトリガをかける請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記テスト値が前記ポーリング値と等しくなる場合に、ポーリングのトリガをかける請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記ポーリング値が、前記送信器によって送信された PDU の前記送信ウィンドウにおける割合を示すものである請求項 2 記載の方法。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、無線通信プロトコルに関する。より詳細には、送信器に正しくポーリングをかけて、受信器にその受信状態を応答するよう要求させるための方法およびシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般的に、多くの通信プロトコルは、3 層化アプローチによって通信を実現させている。図 1 を参照されたい。図 1 は、この種の通信プロトコルにおける 3 層プロトコルのブロック図である。標準的な無線通信環境の下では、第 1 ステーション 10 と、1 つ以上の第 2 ステーション 20 との間で無線通信が行われる。第 1 ステーション 10 のアプリケーション 13 は、メッセージ 11 を組み立ててから、このメッセージ 11 をレイヤ 3 インタフェース 12 に渡すことで、第 2 ステーション 20 へ届ける。さらに、レイヤ 3 インタフェース 12 は、第 1 ステーション 10 と第 2 ステーション 20 との間のレイヤ 3 のオペレーションを制御するために、レイヤ 3 の信号メッセージ 12a を生成する。このレイヤ 3 の信号メッセージとは、例えば、第 1 ステーションおよび第 2 ステーションのレイヤ 3 インタフェース 12 および 22 によってそれぞれ生成される暗号変更要求などである。レイヤ 3 インタフェース 12 は、メッセージ 11 またはレイヤ 3 信号メッセージ 12a を、レイヤ 2 サービスデータユニット(SDU) 14 の形式でレイヤ 2 インタフェース 16 へ送る

40

50

。レイヤ2 S D U 1 4の長さは任意である。

【0003】

レイヤ2インターフェース16は、S D U 1 4を1つ以上のレイヤ2プロトコルデータユニット(P D U) 18に組み立てる。各レイヤ2のP D U 18は、固定長であり、レイヤ1インターフェース19へ届けられるものである。レイヤ1インターフェース19は、物理層19であり、データを第2ステーション20へ転送する役割を果たす。転送されてきたデータは、第2ステーション20のレイヤ1インターフェース29に受け取られ、1つ以上のP D U 28に組み直された後で、レイヤ2インターフェース26に渡される。レイヤ2のインターフェース26は、P D U 28を受け取った後、これらを1つ以上のレイヤ2のS D U 24に組み立てる。そして、これらレイヤ2のS D U 24は、レイヤ3インターフェース22に渡される。続いて、レイヤ3インターフェース22は、レイヤ2 S D U 24を、第1ステーション10のアプリケーション13に生成された元のメッセージ11と同一であるべきメッセージ21、またはレイヤ3インターフェース12によって生成された元のレイヤ3オリジナル信号12aと同一であるべきものであって、後にレイヤ3インターフェース22に処理されるレイヤ3の信号メッセージ22aに復元する。そして、受領されたのがメッセージ21の場合は、第2ステーション20のアプリケーション23に渡される。

【0004】

ここでとりわけ興味深いのは、レイヤ2インターフェースが、アプリケーションの比較的ハイエンドなデータ送受信要求と、物理的な送受信プロセスといった低レベルの要求との間において、バッファとして機能することである。以下、“P D U”をレイヤ2のP D Uを示すものとして用い、“S D U”をレイヤ2のS D Uを示すものとして用いる。

【0005】

図2を参照されたい。図2は、レイヤ2の観点から送信/受信プロセスを説明する図である。基地局(base station)または移動端末(mobile unit)であり得る送信器30のレイヤ2インターフェース32は、レイヤ3インターフェース33からS D U 34の列(string)を受け取る。S D U 34は、1から5までの順番が付けられ、これら各々の長さは異なっている。レイヤ2インターフェース32は、S D U 34の列をP D U 36の列に変換する。また、レイヤ2のP D U 36は、1から4までの順番が付けられ、各々の長さは等しい。次いで、P D U 36の列は、レイヤ1インターフェース31に運ばれて、送信されるのを待つ。

【0006】

一方、基地局または移動端末であり得る受信端末40では、これとは逆の(reverse)プロセスが行われ、レイヤ2インターフェース42が、受信したレイヤ2 P D U 46の列をレイヤ2のS D U 44の列に組み立てる。転送モードの種類によっては、受信器のレイヤ2インターフェース42にレイヤ3インターフェース43へS D U 44を正しい順序で提供することを求めるマルチレイヤプロトコルもある。即ち、レイヤ2インターフェース42は、S D U 1から始まってS D U 5で終わるS D U 44の順番にしたがって、S D U 44をレイヤ3のインターフェース43へ順番通りに提供する必要があるということである。このS D U 44の順番は、乱れてはならず、また、先立つS D Uが全て届けられる前に、後のS D Uが届けられるようなことがあってはならない。

【0007】

伝送路による転送では、上述の要求を満たすのは比較的容易である。これに対し、ノイズの多い環境にある無線伝送においては、基地局または移動端末であり得る受信器40がデータを取りこぼしてしまうことがあるため、受け取られるP D U 46の列のうち、いくつかのレイヤ2 P D Uが喪失してしまう可能性がある。そこで、レイヤ2 S D U 44を如何にして確実に順序正しく提供するかが重要な課題となっており、無線プロトコルは、こうした問題を解消すべく注意深く設計されている。

【0008】

一般的に、データの送受信は、2種類のモードに大別され、1つは、確認応答モード(acknowledged mode = AM)転送であり、もう1つは非確認応答モー

10

20

30

40

50

ド (unacknowledged mode = UM) 転送である。このうち、確認応答モードは、受信器 40 が所定のレイヤ 2 確認応答信号を送信器 30 へ送ることで、レイヤ 2 PDU 46 の受け取りに成功した旨を知らせるというものである。このような信号伝達のプロセスは、非確認応答モードでは実行されない。なお、本発明の目的達成のために検討されるのは、確認応答モードのみである。

【0009】

図 1 と対応させて図 3 を参照されたい。図 3 に示すのは、ここでは参考として用いる、3 GPP (3rd Generation Partnership project、登録商標) TS 25.322 仕様で定義された如くの確認応答モード PDU 50 の概略ブロック図である。通常、PDU には 2 タイプ、つまり、制御 (control) PDU と情報 (data) PDU とがある。制御 PDU は、レイヤ 2 インタフェース 16 および 26 を介して情報の送受を制御するプロトコルであり、上述したようなレイヤ 2 の確認応答信号が受信データの確認に用いられる。この手順は、レイヤ 3 インタフェース 12 および 22 の信号メッセージ 12a および 22a のやりとりと類似するところがある。レイヤ 2 インタフェース 16 および 26 は、レイヤ 3 の信号メッセージ 12a および 22a は解釈または識別しないが、一方で、レイヤ 2 インタフェース 16 および 26 は、レイヤ 2 の制御 PDU を識別して、レイヤ 2 の制御 PDU をレイヤ 3 インタフェース 12 および 22 に渡さない。また、情報 PDU は、確認応答モード情報の転送のために用いられ、組み直されてからレイヤ 3 に提供されるものである。ここで、PDU 50 は例えば情報 PDU であり、レイヤ 2 のプロトコルに定義されるいくつかのフィールドに分割されたものである。

【0010】

このうち、第 1 フィールド 51 は、PDU 50 が情報または制御 PDU であることを示す単一のビットである。情報/制御 PDU ビット 51 がセット (つまり、1 となる) の場合は、PDU 50 が確認応答モードの情報 PDU であるということを示す。第 2 フィールド 52 は、シーケンス番号フィールド 52 であり、12 ビットの長さを有する。PDU 18、28 は、より大きい連続する (successively higher) シーケンス番号 52 をそれぞれ有する。これによって、第 2 ステーション 20 は、レイヤ 2 PDU 28 を正しく組み直して、レイヤ 2 SDU 24 を形成することができるようになる。

【0011】

例えば、1 個目の PDU 18 が 536 に等しいシーケンス番号 52 によって転送されると、次の PDU 18 は 537 に等しいシーケンス番号 52 によって転送される。以下は類推されたとおりである。受信された情報 PDU 50 を、これらに対応するシーケンス番号 52 に基づいて正しい順序に組み直すことにより、データの正確な再構築が確実となる。注目すべきは、シーケンス番号 52 によって、再送される PDU 50 が、受信されたその他の PDU 50 における正確なシーケンス位置に挿入され得る点である。この方式により、データの再送がサポートされている。シーケンス番号フィールド 52 に後続する単一のポーリングビット 53 は、セットのときに、受信器 (つまり、第 2 ステーション 20) に対し、確認応答状態 PDU によって応答すべきことを示す。この確認応答状態 PDU は一種の制御 PDU であるが、これについては後述する。

【0012】

第 1 ステーション 10 は、ポーリングビット 53 を 1 にセットして、第 2 ステーションに確認応答状態制御 PDU を送るよう要求する。ビット 54 は保留されて、0 にセットされる。次のビット 55a は拡張ビットであって、セットの場合に、引き続いて現れるのが長さ指示子 (LI) であることを示す。LI は、7 ビットまたは 15 ビットの長さであり、レイヤ 2 PDU 50 におけるレイヤ 2 の終了位置を示すものである。単一の SDU が PDU 59 のデータ領域 58 を完全に満たすと、ビット 55a は 0 となって、提供される LI が無いことを示す。しかし、この PDU 50 の例では、2 つのレイヤ 2 SDU、つまり、SDU 1-57a と SDU 2-57b とがレイヤ 2 PDU 50 において終了している。よって、SDU 1-57a と SDU 2-57b の終了をそれぞれ示す 2 つの LI が必要である。PDU 50 に後続する PDU (すなわち、シーケンス番号 52 の順番が後のも

の)は、S D U _ 3 5 7 c のための L I を持つこととなる。第 1 の L I である L I₁ は、拡張ビットフィールド 5 5 a の後のフィールド 5 6 a 内にあり、S D U _ 1 5 7 a の終わりを示す。L I₁ の 5 6 a は、セットである場合に、フィールド 5 6 b にその他の L I、つまり L I₂ が現れることを示す拡張ビット 5 5 b を有する。L I₂ の 5 6 b は、S D U _ 2 5 7 b の終了位置を示すとともに、クリアの場合に、これ以上 L I はなく、データ領域 5 8 が始まるということを示す拡張ビット 5 5 c を有する。このデータ領域 5 8 は、実際の S D U 情報を格納するためのものである。

【0013】

図 3 と照らし合わせて、図 4 を参照されたい。図 4 に示すのは、無線通信システム 6 0 における受信器 6 4 および送信器 6 5 の概略ブロック図である。受信器 6 4 および送信器 6 5 は、P D U 5 0 の受領および P D U 5 0 の送出が予期される範囲内において、それぞれウィンドウを有している。受信器 6 4 の受信ウィンドウ 6 1 は、2 つの状態変数：V R (R) 6 2 と V R (M R) 6 3 とによって分割されている。V R (R) 6 2 は受信ウィンドウ 6 1 の始まりを示し、V R (M R) 6 3 は受信ウィンドウ 6 1 の終わりを示す。受信器 6 4 は、V R (R) 6 2 またはその次、および V R (M R) 6 3 の前に該当するシーケンス番号 5 2 を有する P D U 5 0 のみを受け取る。V R (M R) 6 3 に格納されたシーケンス番号値は、受信ウィンドウ 6 1 の範囲内にあるものとはみなされない。また、送信器 6 5 も同様に、2 つの状態変数：V T (A) 6 7 および V T (M S) 6 8 によって分割される送信ウィンドウ 6 6 を有する。V T (A) 6 7 は送信転送ウィンドウ 6 6 の始まりを示し、V T (M S) 6 8 は送信ウィンドウ 6 6 の終わりを示す。送信器 6 5 は、送信ウィンドウ 6 6 の範囲内にあるシーケンス番号 5 2 を有する P D U 5 0、即ち、V T (A) 6 7 またはその次、および V T (M S) 6 8 より前の P D U 5 0 のみを送信する。

【0014】

受信ウィンドウ 6 1 は、固定の受信ウィンドウサイズを有している。この受信ウィンドウサイズは、単に、状態変数 V R (R) 6 2 および V R (M R) 6 3 によって決まる (s p a n n e d) シーケンス番号値で定義されるものである。つまり、V R (M R) 6 3 は、常に、V R (R) 6 2 と所定のシーケンス番号値分だけ差を有している。このことは、下式 (1) のように、数学的にも表される。

【0015】

$$V R (M R) = V R (R) + \text{受信ウィンドウサイズ} \quad (1)$$
ここで、シーケンス番号 5 2 が 1 2 ビットの数であるときに、等式 (1) は真数 1 2 ビットの加算となるため、オーバフロー (o v e r f l o w) によるロールオーバー (r o l l o v e r) の問題が生じてしまうことに注意すべきである。結果として、V R (M R) 6 3 は、V R (R) 6 2 よりも数値的に大きい値を常に含むものとはならない。同様に、送信ウィンドウ 6 6 は、送信ウィンドウサイズの状態変数 V T (W S) 6 6 a を有しており、これは、状態変数 V T (A) 6 7 および V T (M S) 6 8 によって決まるシーケンス番号値の数を示すものである。状態変数 V T (W S) 6 6 a は、レイヤ 3 によって提供された所定の送信ウィンドウサイズに対応する初期値を有する。上述のように、このことは数学的にも下式のように表される。

【0016】

$$V T (M S) = V T (A) + V T (W S) \quad (2)$$
等式 (2) から得られる結果も、オーバフローに起因するロールオーバーを被る。受信器 6 4 は、送信器 6 5 に対し、V T (W S) 6 6 a の値を変更するよう明示的に要求することできる。しかし、要求された V T (W S) 6 6 a の値は、元の所定の送信ウィンドウサイズ、すなわち、送信器のレイヤ 3 によって提示されたサイズを超えてはならない。

【0017】

受信器 6 4 が、送信器 6 5 から P D U 5 0 を受け取ると、受信器 6 4 は、状態変数 V R (R) 6 2 の値を更新して、先行する全ての P D U 5 0 を正常に受信したことを知らせる。言い換えれば、V R (R) 6 2 は、受信器 6 4 が受け取るのを待つ、順番が先頭の P D U 5 0 のシーケンス番号 5 2 を常に格納しているということである。この P D U 5 0 が正し

く受信されたことに基づいて、受信器64は、状態変数VR(R)62を、次に受信すべきPDU50のシーケンス番号値52に該当する値に増加させる。そして、状態変数VR(MR)63が等式(1)により更新される。この方式において、受信器64は、送信器65からのPDU50ストリームにしたがって、受信ウィンドウ61を先へ移動させる(advanced)。また、送信器65は、レイヤ2信号PDUによって受信ウィンドウ61を先へスライドさせる旨を受信器64に対して明示的に要求できることも注目すべきではあるが、これは本発明とは関係のない事項である。

【0018】

送信器65が受信器64からレイヤ2確認応答状態PDUを受信するときに、送信ウィンドウ66は先へスライドする。レイヤ2確認状態PDUは、状態変数VR(R)62の最新値を持っており、受信器64によって一定周期毎に、または送信器65からの明示的要求に応じて送出される。また、確認応答状態PDUは(例えば、後続するPDUが既に受け取られたことにより)、取りこぼしが知らされ、再送の必要がある受信ウィンドウ61内のPDUを示すこともできる。そして、送信器65は、状態変数VT(A)67を確認応答状態PDU中の値に等しくなるよう、即ち、VT(A)67がVR(R)62と等しくなるように設定する。よって、送信器65は、等式(2)を用いて状態変数VT(MS)68を更新する。この手順において、送信ウィンドウ66および受信ウィンドウ61は、ロックステップ方式で、且つ、送信ウィンドウ66が受信ウィンドウ61より1ビットだけ遅れた状態で先へスライドしていく。

【0019】

さらに、送信器65は、追加状態変数VT(S)69を有する。送信器65が送信ウィンドウ66内にあるPDU50の送信を開始するにあたり、送信器65は、状態変数VT(A)67によって付与されたシーケンス番号52を有するPDU50から始めて、VT(MS)68に1つ先立つシーケンス番号52を有するPDU50になるまで逐次送出する。つまり、送信器65は、PDU50を順次送出するに際し、VT(A)67で始まって、VT(MS)-1で終わるということである。状態変数VT(S)69は、次に送信されるべきPDU50のシーケンス番号を格納する。このように、VT(A)67またはその次、およびVT(S)-1またはその前に該当するシーケンス番号52を有するPDU50は、少なくとも1回は送信され、且つ、受信器64が確認応答状態PDUによって確認応答を行うまでは、再送バッファ66bに蓄積される。ここで重要なのは、VT(A)67に等しいシーケンス番号52を有するPDU50について確認応答がされた場合に、VT(A)67は、再送バッファ66b内において番号が最も若い次のシーケンス番号値に更新されるということである。このとき、VT(S)69またはこれより大きい値に該当するシーケンス番号52を有するPDU50は、未だ送信器69に送信されていない。

【0020】

送信ウィンドウ66を確実に前方へスライドさせるため、送信器65は、受信器64に対し、確認応答状態PDUを送るよう一定間隔毎に要求する必要がある。これがいわゆるポーリングであり、ポーリングビット53を用いて実装されるものである。送信器65が、受信器64をポーリングすべき時間になったと判断すると、送信器65は、ポーリングビット53を1にすることで、次に送り出されるPDU50、即ち、状態変数VT(S)69で表されるPDU50、または再送バッファ66b内のPDU50を送信する。受信器64は、ポーリングビット53がセットになった任意のPDU50を受け取ると、確認応答状態PDUを送ってこれに返答する。この確認応答状態PDUは、状態変数VR(R)62の最新値を含むこととなる。この値は、引き続いて送信器65が、状態変数VT(A)67に送信ウィンドウ66を前方へスライドさせるために用いられるものである。送信器65の受信器64に対するポーリング時期の決定には、様々な方法が採られ得る。例えば、送信器65は、タイマベース(timer-based)ポーリングを用い、所定の周期で定期的にポーリングを行うものとすることができる。また、送信器65は、ウィンドウベース(window-based)ポーリングにより、送信ウィンドウ66の送信が一定率終了した時に、受信器65をポーリングすることもできる。

【0021】

ウィンドウベースポーリングでは、 $VT(S)69$ を用いたポーリング関数により、ポーリングテスト値“ t ”が得られる。

$t = \text{ポーリング関数}(VT(S))$

(3)

ポーリング値は単純に、少なくとも1回送信された送信ウィンドウ66の割合である。例えば、ポーリング値を60%に設定するということは、送信ウィンドウ66の60%が少なくとも1回送信されたときにポーリングが行われるということである。等式(3)で得られる“ t ”がポーリング値を超過すると、これをトリガとしてポーリングがかけられる。“ t ”値をトリガとしてポーリングがかけられると、次に送出されるPDU50のポーリングビット53がセットされる。ポーリングビット53のセットをトリガとするポーリングは、如何なる無線通信資源にも関与しないため、それがセットまたはクリアに拘わらず、ポーリングビット53は常に送信される。しかし、確認応答状態PDUによるポーリングビット53への応答は、無線通信資源を利用することから、ポーリングビット53を任意に設定することはできない。

10

【0022】

【発明が解決しようとする課題】

しかるに、 $VT(A)67$ に対して $VT(S)69$ が、ポーリングをかけるトリガとなる程度にまで増加した後に、 $VT(A)67$ が増加していないという場合には、状態変数 $VT(S)69$ と $VT(WS)66a$ が変化していないことから、再送バッファ66b中の任意の再送されるPDUをトリガとしてポーリングがかけられてしまう。この種のポーリングのトリガは、無線通信資源の有用性を低下させる（ポーリングの度にポーリングビット53をセットして次の確認応答状態PDUを生成する必要がある）ため、望ましくない。さらに、状態変数 $VT(S)69$ の正確な更新タイミングがややあいまいになる可能性もある。実行によっては、その対応するPDU50が組み立てられる時に、 $VT(S)69$ が更新される（つまり、追加される）ものもある。一方、他の実行では、その対応するPDU50が送信される、またはレイヤ1インタフェースに届けられて初めて、 $VT(S)69$ が更新される。このことは、適合性試験を困難なものとしている。

20

【0023】

本発明の主な目的は、無線通信プロトコルにおける送信器について、無駄なポーリングを省くことができ、全ての実装に共通する、ポーリング要求のトリガを決定する方法を提供することにある。

30

【0024】

【課題を解決するための手段】

簡潔に言えば、本発明は、その好適な実施形態により、無線通信プロトコルにおける送信器のポーリング要求のトリガを決定する方法を開示する。この送信器は、プロトコルデータユニット(PDU)を送信することができるものである。各PDUは、 n ビットのシーケンス番号をそれぞれ有している。ポーリング決定方法は、 n ビットのシーケンス番号であるパラメータ S に基づいてポーリングを行うべきかを決定することで実施される。そして、次に送信されるPDUが再送されるPDUではない場合であって、且つ、PDUに対応するシーケンス番号に基づいて決められるポーリングトリガ決定方法がその旨を示したときのみ、これをトリガとしてポーリングがかけられるものである。また、このポーリング決定方法は、下記の等式を用いて、ポーリングのトリガとすべきかについての決定を行う。

40

【0025】

$$t = ((2^n + 1 + S - VT(A)) \bmod 2^n) / VT(WS)$$

(式中、 S は、次に送出されるPDUのシーケンス番号を表す。)

本発明の特長は、テスト値が、既に送信された送信ウィンドウの割合を正確に反映(*return*)するため、実行によって $VT(S)$ がどう変化するか拘わらず、PDUのポーリングビットが正しく設定されることにある。また、ポーリングビットが最初に送信されるPDUについてのみセットされることを保証するため、不要なポーリングおよび応答

50

プロセスを省くことができ、より有効な無線通信資源の利用を確実にする。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の好ましい実施形態を図面と対応させながら詳細に説明する。これによって、当該分野の知識を有する者は、本発明の上述およびその他の目的が明らかとなるはずである。

【0027】

以下、に、3GPP (3rd Generation Partnership project、登録商標)仕様のTS 25.322に公開された如くの通信プロトコルを例として説明する。しかし、送信データの確認応答をポーリングで行うことを要求する無線通信
10
プロトコルであれば、本発明のポーリング・トリガの方法が適用され得ることは、当業者であれば明白なはずである。さらに、以下の詳細な説明における送信器および受信器には、携帯電話、個人用情報端末(PDA)、パーソナルコンピュータ(PS)、またはその他無線通信プロトコルを利用するデバイスが含まれる点にも注意されたい。

【0028】

本発明の方法によれば、送信器に対するポーリング要求のトリガ決定は、再送されるものではないPDUについてのみ行われ、さらに、下記の等式を用いる。

$$t = \{ (2^n + 1 + S - VT(A)) \bmod 2^n \} / VT(WS) \quad (4)$$

再送されるPDUは、他のポーリング・トリガ、例えば、“再送バッファ内の最後のPDU”といったイベントにより、対応するポーリングビット53が1にセットされることで
20
送信され得る。しかし、本発明では、再送されるPDUは、決してポーリング動作のトリガとはならない。等式(4)の“S”は、そのポーリングビット53が“t”値に基づいてセットまたはクリアされるPDUのシーケンス番号である。また、“n”は、シーケンス番号“S”のビットサイズである。好ましい実施形態において、シーケンス番号“S”は12ビット値であり、よって、“n”は12である。

【0029】

等式(4)をより良く理解するため、図5を参照されたい。図5は、本発明の方法を適用した無線通信システム70の概略ブロック図である。無線通信システム70は、受信器80および送信器90からなる。送信器90と受信器80とは、いずれも3層通信プロトコルを用いるものである。送信器90において、レイヤ3インタフェース93が、レイヤ2
30
サービスデータユニット(SDU)93aをレイヤ2インタフェース92に渡すことで、送信が行われるようになる。レイヤ2インタフェース92は、SDU93aを、レイヤ1インタフェース91に渡されるレイヤ2のプロトコルデータユニット(PDU)92aに組み立てて、送信ができるようにする。PDU92aのフォーマットは、先に従来技術において述べたのと同じであるため、ここでは重ねて説明をしない。ただし、各PDU92aは、送信されるPDU92aストリームにおけるPDU92aの順番を識別するためのnビットシーケンス番号52をそれぞれ有する点については述べておくべきである。好ましい実施形態においてnは12であることから、PDU92aのシーケンス番号は、0から4095までの範囲を循環するものである。また、各PDU92aは、送信器90によ
40
ってセットされ、受信器80をポーリングするためのポーリングビット53をそれぞれ有する。従来技術の説明において述べたように、受信器80は、セットされたポーリングビット53に対する応答を確認応答状態PDUで行い、これによって送信器90はその送信ウィンドウ94を先へスライドさせることができるようになる。

【0030】

送信ウィンドウ94は、状態変数VT(A)95、VT(WS)96およびVT(MS)97によって定義される。送信器90は、送信ウィンドウ94内のシーケンス番号52を有するPDU92aだけを送信する。状態変数VT(A)95は送信ウィンドウ94の開始値を表す。状態変数VT(WS)96は送信ウィンドウ94のサイズを表し、これは単に、送信ウィンドウ94内のシーケンス番号値52の数である。また、状態変数VT(MS)97は、送信ウィンドウ94の終了を表し、つまり、これは単純に、VT(A)95
50

とVT (WS) 96の合計である。オーバフローを回避するため、VT (MS) 97が取る値は、VT (A) 95が取る値よりも必ずしも大きい必要はない。また、状態変数VT (S) 98は、次に送出されるPDU 92aのシーケンス番号52を取るものである。VT (S) 98は常に、VT (A) 95またはその次、およびVT (MS) 97またはその前に位置する。状態変数VT (A) 95、VT (WS) 96、VT (MS) 97およびVT (S) 98は、先の従来技術の説明において述べたのと同じ機能を有している。

【0031】

送信器90は、テスト値99aを算出するための計算ユニット99も備えている。99aの値は、レイヤ3インタフェース93に提供されたポーリング値93bと比較され、送信器90が受信器80をポーリングすべきかを決定するためのものである。ポーリングが実行されると、ポーリングビット53は、次に生成・送信されるPDU 98pにセットされる。テスト値t 99aは、ウィンドウベースポーリングに用いられるもので、t 99aの値を生成するのに、計算ユニット99は、状態変数VT (A) 95、VT (WS) 96、PDU 98pに格納されたシーケンス番号98sおよび等式(4)を用いる。ポーリング値93bは、送信ウィンドウ94の送信割合を表すものである。つまり、ポーリング値93bは、送信ウィンドウ94中の送信器90によって送信されたPDU 92aの割合を示す。99aの値がポーリング値93b以上となった場合であって、PDU 98pが再送されるPDU 92aではないときに、PDU 98pのポーリングビット53を1にセットすることをトリガとして、ポーリング要求がかけられる。つまり、以下のとおりとなる。

【0032】

1) 本発明において、PDU 98pが再送されるPDU 92aである場合は、PDU 98pに対応するポーリングビット53は、1にセットされることを要求されない。PDU 98pが初めて送信されるものとなるときに、テスト値t 99aおよびポーリング値93bに基づいてポーリングビット53が設定される。

【0033】

2) 要求があると、上述の等式(4)によりテスト値t 99aが生成される。等式(4)に用いるパラメータには、状態変数VT (A) 95、VT (WS) 96、処理中のPDU 98pのシーケンス番号98s、およびこのシーケンス番号S 98sのビットサイズがある。

【0034】

3) テスト値t 99aがポーリング値93b以上となった場合であって、PDU 98pが再送されるPDU 92aでないときにのみ、PDU 98pのポーリングビット53を1にセットすることをトリガとしてポーリングをかける必要がある。

【0035】

図5と対応させて図6を参照されたい。図6は、本発明の方法のフローチャートである。この方法は、計算ユニット99によって実行されて、送信器90によってポーリングがかけられるべきかの決定を行うというものである。そのステップを以下のとおり説明する。

【0036】

100: セットまたはクリアされるポーリングビット53に対応するPDU 98pを得る。

110: ステップ100で得られたPDU 98pが再送されるPDU 98pであれば、ステップ180へ進む。そうでなければ、ステップ120へ進む。

【0037】

120: 状態変数VT (A) 95およびVT (WS) 96の値を含む送信ウィンドウ94の現在値を得るとともに、ステップ100で得られたPDU 98pからシーケンス番号S 98sを抽出する。

【0038】

130: 第1の値xを計算する。この値xは、 $(2^n + 1)$ にシーケンス番号S 98sと状態変数VT (A) 95の差を足した数である。nの値は、シーケンス番号S 98sの

ビットサイズであるため、好ましい実施形態においては12である。続いて、4097に
(S - VT(A))を加える。

【0039】

140:第2の値yを計算する。この値yは、第1の値xの 2^n によるモジュラス(modulus)である。よって、第2の値は、 $x \bmod 4096$ である。

【0040】

150:第2の値yを状態変数VT(WS)96で割ってテスト値t99aを得る。このテスト値99aは、分数の形式でPDU98pについての送信ウィンドウ94の現在の送信割合を示す。

【0041】

160:テスト値t99aをポーリング値93bと比較する。ポーリング値が0~100で表される割合として蓄積される場合、t99aの値に100を乗じてこの比較を行う。

【0042】

170:t99aで表される送信割合がポーリング値93b以上となると、これをトリガとして送信器90にポーリングがかけられる。PDU98pのポーリングビット53は1にセットされる。

【0043】

180:t99aで表される送信割合がポーリング値93b未満であるとき、またはPDU98pが再送されるPDU98pであるときは、ポーリングは要求されない。

【0044】

190:ポーリング決定判断方法の終了である。次のPDU98pに対して、このプロセスが再びステップ100から繰り返される。

従来技術とは異なり、本発明では計算ユニットを用い、下記の等式によってテスト値tを算出する。

【0045】

$$t = \{ (2^n + 1 + S - VT(A)) \bmod 2^n \} \cdot VT / (WS)$$

上式より、処理中のPDUに関し、送信器の送信ウィンドウの送信割合が正しく割り出されるため、送信器がポーリング要求を的確にかけられるようになる。ただし、ポーリングは、上述の等式にて処理中のPDUが再送されるPDUでないときにのみ実行される。再送されるPDUは、ポーリングのトリガとなり得ない。よって、不要な無線通信資源の使用を回避することができ、より有用な無線通信システムが確立される。また、状態変数VT(S)98の現在値ではなく、PDU98pに組み込んだ実際のシーケンス番号98sを使用するため、各実行におけるVT(S)98の値のあいまいさが排除される。よって、適合性試験がより容易となる。

【0046】

本発明の開示内容を基にして、デバイスの各種修飾および変更が可能であることは、当該分野における技術者には容易に理解されるであろう。よって、以上の開示は、上述の特許請求の範囲によってのみ制限されると解釈されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】3層構成の通信プロトコルを示すブロック図である。

【図2】レイヤ2の観点から見た送信/受信プロセスを示す概略ブロック図である。

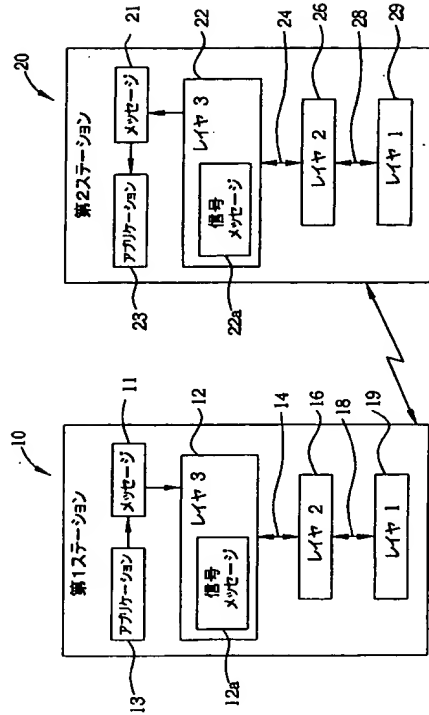
【図3】確認応答モードデータ(AMD)のプロトコルデータユニット(PDU)を示すブロック図である。

【図4】無線通信システムにおける受信器および送信器を示す概略ブロック図である。

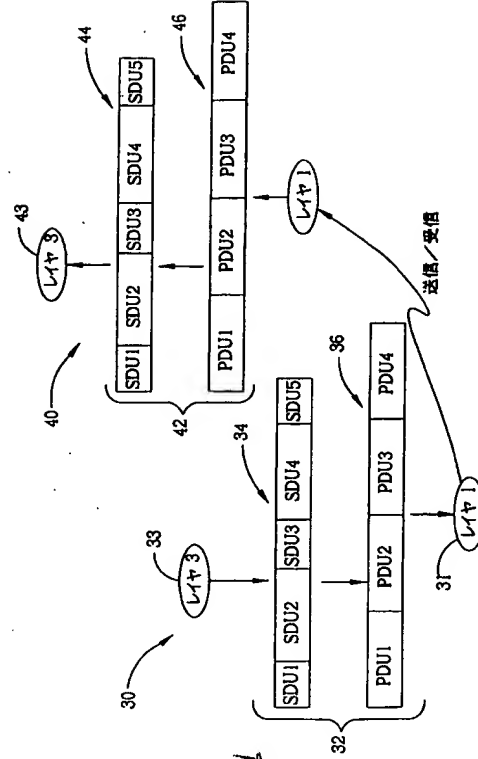
【図5】本発明による無線通信システムを示す概略ブロック図である。

【図6】本発明の方法のフローチャートである。

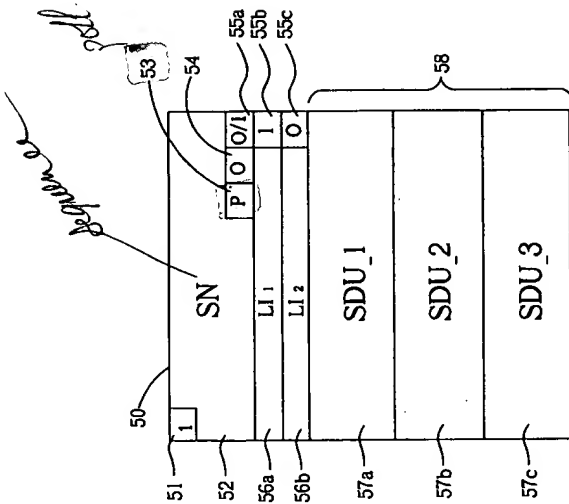
【 図 1 】



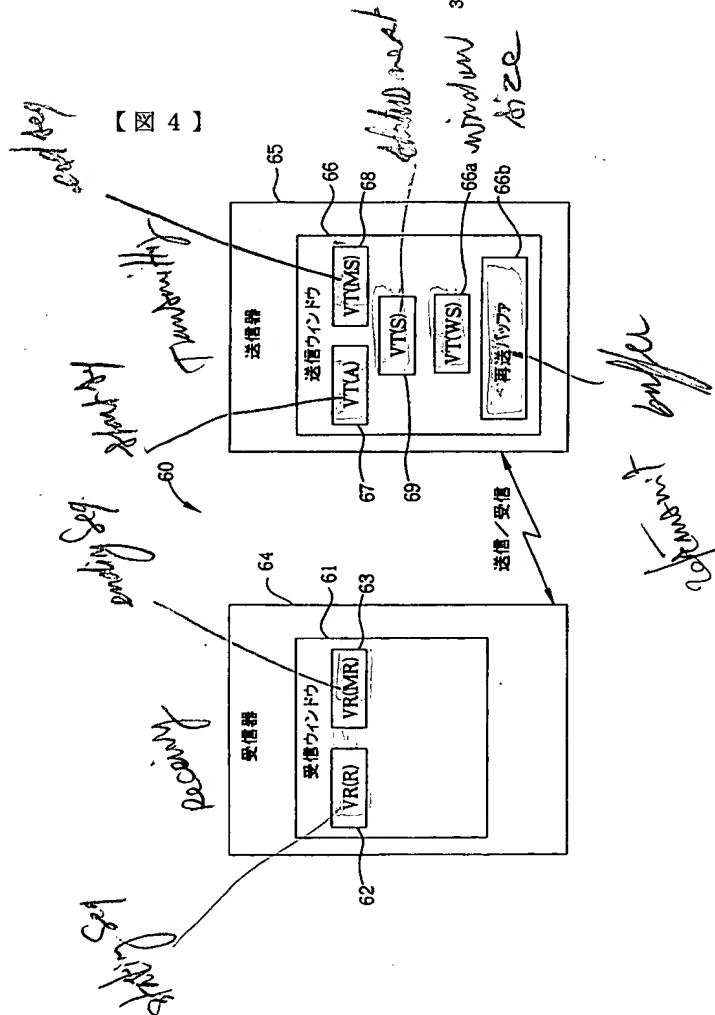
【 図 2 】



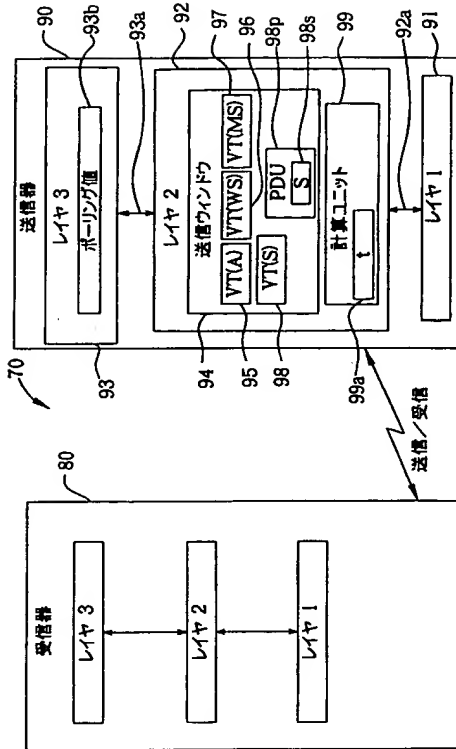
【図 3】



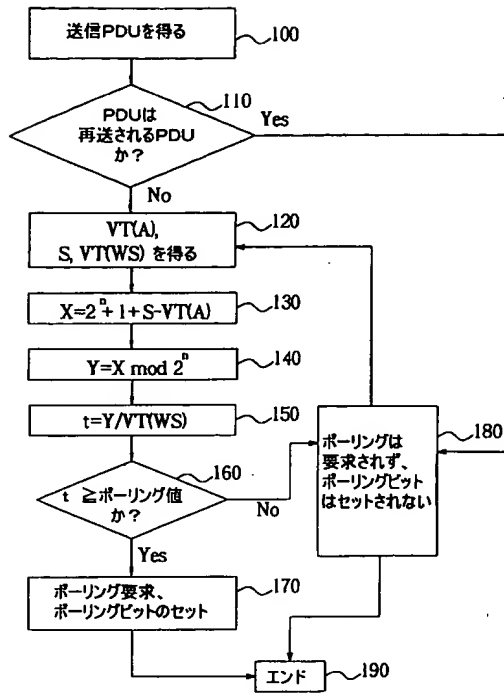
【图 4】



【図 5】



【図 6】



【外国語明細書】

APPLICABLE PDU RANGE TEST AND CALCULATION FOR WINDOW-BASED
POLLING

BACKGROUND OF THE INVENTION

5

1. Field of the Invention

The present invention relates to a wireless communications protocol. More specifically, the present invention discloses a method and system that properly triggers a polling operation
10 for a transmitter to request a receiving status of a receiver.

2. Description of the Prior Art

Many communications protocols typically utilize a three-layered approach to communications. Please refer to
15 Fig.1. Fig.1 is a block diagram of the three layers in such a communications protocol. In a typical wireless environment, a first station 10 is in wireless communications with one or more second stations 20. An application 13 on the first station 10 composes a message 11 and has it delivered to the second
20 station 20 by handing the message 11 to a layer 3 interface 12. The layer 3 interface 12 may also generate layer 3 signaling messages 12a for the purpose of controlling layer 3 operations between the first station 10 and the second station 20. An example of such a layer 3 signaling message is a request for
25 ciphering key changes, which are generated by the layer 3 interfaces 12 and 22 of both the first and the second stations, respectively. The layer 3 interface 12 delivers either the message 11 or the layer 3 signaling message 12a to a layer 2 interface 16 in the form of layer 2 service data units (SDUs)
30 14. The layer 2 SDUs 14 may be of any length. The layer 2 interface 16 composes the SDUs 14 into one or more layer 2 protocol data units (PDUs) 18. Each layer 2 PDU 18 is of a fixed length, and is delivered to a layer 1 interface 19. The layer 1 interface 19 is the physical layer, transmitting data to the second station

20. The transmitted data is received by the layer 1 interface 29 of the second station 20 and reconstructed into one or more PDUs 28, which are passed up to the layer 2 interface 26. The layer 2 interface 26 receives the PDUs 28 and from them assembles one or more layer 2 SDUs 24. The layer 2 SDUs 24 are passed up to the layer 3 interface 22. The layer 3 interface 22, in turn, converts the layer 2 SDUs 24 back into either a message 21, which should be identical to the original message 11 that was generated by the application 13 on the first station 10, or a layer 3 signaling message 22a, which should be identical to the original signaling message 12a generated by the layer 3 interface 12 and which is then processed by the layer 3 interface 22. The received message 21 is passed to an application 23 on the second station 20.

15

Of particular interest is the layer 2 interface, which acts as a buffer between the relatively high-end data transmission and reception requests of the applications, and the low-level requirements of the physical transmission and reception process. In the following, the term "PDU" is used to indicate layer 2 PDUs; the term "SDU" is used to indicate layer 2 SDUs. Please refer to Fig.2. Fig.2 is a diagram of a transmission/reception process from a layer 2 perspective. A layer 2 interface 32 of a transmitter 30, which may be either a base station or a mobile unit, receives a string of SDUs 34 from a layer 3 interface 33. The SDUs 34 are sequentially ordered from 1 to 5, and are of unequal lengths. The layer 2 interface 32 converts the string of SDUs 34 into a string of PDUs 36. The layer 2 PDUs 36 are sequentially ordered from 1 to 4, and are all of an equal length. The string of PDUs 36 is then sent off to the layer 1 interface 31 for transmission. A reverse process occurs at the receiver end 40, which may also be either a base station or a mobile unit, with a receiver layer 2 interface 42 assembling a received string of layer

2 PDUs 46 into a received string of layer 2 SDUs 44. Under certain transport modes, the multi-layered protocol insists that the receiver layer 2 interface 42 present the SDUs 44 to the layer 3 interface 43 in order. That is, the layer 2 interface 42 must present the SDUs 44 to the layer 3 interface 43 in the sequential order of the SDUs 44, beginning with SDU 1 and ending with SDU 5. The ordering of the SDUs 44 may not be scrambled, nor may a subsequent SDU be delivered to layer 3 until all of the prior SDUs have been delivered.

10

In line transmissions, such a requirement is relatively easy to fulfill. In the noisy environment of wireless transmissions, however, the receiver 40, be it a base station or a mobile unit, often misses data. Some layer 2 PDUs in the received string of PDUs 46 will therefore be missing. Thus, ensuring that the layer 2 SDUs 44 are presented in order can pose a significant challenge. Wireless protocols are carefully designed to address such problems. Generally speaking, there are two broad modes for transmitting and receiving data: acknowledged mode (AM) transport, and unacknowledged mode (UM) transport. For acknowledged mode data, the receiver 40 sends a special layer 2 acknowledging signal to the transmitter 30 to indicate successfully received layer 2 PDUs 46. No such signaling is performed for UM data. For purposes of the present invention, only acknowledged mode data is considered. Please refer to Fig.3 with reference to Fig.1. Fig.3 is a simplified block diagram of an acknowledged mode data PDU 50, as defined in the 3GPP™ TS 25.322 specification, which is included herein by reference. In general, there are two types of PDUs: a control PDU or a data PDU. Control PDUs are used by the layer 2 interfaces 16 and 26 to control data transmission and reception protocols, such as the above-mentioned layer 2 acknowledging signal that is used to acknowledge received data. This is somewhat analogous to the exchange of the signaling messages 12a and 22a of the

20
25
30

layer 3 interfaces 12 and 22. However, the layer 2 interfaces 16 and 26 do not interpret or recognize the layer 3 signaling messages 12a and 22a, whereas the layer 2 interfaces 16 and 26 do recognize layer 2 control PDUs, and do not hand layer 2 control PDUs up to the layer 3 interfaces 12 and 22. Data PDUs are used to transmit acknowledged mode data, which is then reassembled and presented to layer 3. The example PDU 50 is a data PDU, and is divided into several fields, as defined by the layer 2 protocol.

10

The first field 51 is a single bit indicating that the PDU 50 is either a data or a control PDU. As the data/control bit 51 is set (i.e., equal to 1), the PDU 50 is marked as an acknowledged mode data PDU. The second field 52 is a sequence number field 52, and is twelve bits long. Successive PDUs 18, 28 have successively higher sequence numbers 52, and in this way the second station 20 can properly reassembled layer 2 PDUs 28 to form layer 2 SDUs 24. For example, if a first PDU 18 is transmitted with a sequence number 52 equal to 536, a sequentially next PDU 18 would be transmitted with a sequence number 52 equal to 537, and so forth. By assembling received data PDUs 50 in their proper sequential order according to their respective sequence numbers 52, the correct reconstruction of data is ensured. Note that the sequence number 52 enables re-transmitted PDUs 50 to be inserted into their proper sequential position with respect to other received PDUs 50. In this manner, the re-transmission of data is supported. A single polling bit 53 follows the sequence number field 52, and when set indicates that the receiver (i.e., the second station 20) should respond with an acknowledgment status PDU, which is one kind of control PDU, and which will be introduced later. The first station 10 sets the polling bit 53 to 1 to request the second station 20 to send an acknowledgment status control PDU. Bit 54 is reserved and is set to zero. The next

bit 55a is an extension bit, and when set indicates the presence
 of a following length indicator (LI). An LI may be either 7
 bits long or 15 bits long, and is used to indicate the ending
 position of a layer 2 SDU within the layer 2 PDU 50. If a single
 5 SDU completely fills the data region 58 of the PDU 50, then
 the bit 55a would be zero, thereby indicating that no LI is
 present. In the example PDU 50, however, there are two layer
 2 SDUs ending in the layer 2 PDU 50: SDU_1 57a and SDU_2 57b.
 There must, therefore, be two LIs to indicate the respective
 10 ends of the SDU_1 57a and the SDU_2 57b. A PDU following the
 PDU 50 (i.e., sequentially after, as indicated by the sequence
 number 52) would hold the LI for SDU_3 57c. The first LI, LI₁,
 is in field 56a following the extension bit field 55a, and
 marks the end of the SDU_1 57a. LI₁ 56a has an extension bit
 15 55b that is set, indicating the presence of another LI, LI₂
 in field 56b. LI₂ 56b indicates the ending position of the SDU_2
 57b, and has an extension bit 55c that is cleared, signifying
 that there are no more LIs, and that the data region 58 is
 thus beginning. The data region 58 is used to hold the actual
 20 SDU data.

Please refer to Fig.4 with reference to Fig.3. Fig.4 is
 a simplified block diagram of a receiver 64 and a transmitter
 65 in a wireless communications system 60. Both the receiver
 25 64 and the transmitter 65 have windows within which they expect
 to receive the PDUs 50 and transmit the PDUs 50, respectively.
 The receiver 64 has a receiving window 61 that is delimited
 by two state variables: VR(R) 62, and VR(MR) 63. VR(R) 62 marks
 the beginning of the receiving window 61, and VR(MR) 63 marks
 30 the end of the receiving window 61. The receiver 64 will only
 accept PDUs 50 that have sequence numbers 52 that are
 sequentially on or after VR(R) 62 and sequentially before VR(MR)
 63. The sequence number value held in VR(MR) 63 is not considered
 to be within the receiving window 61. Similarly, the transmitter

65 has a transmitting window 66 that is delimited by two state variables: VT(A) 67 and VT(MS) 68. VT(A) 67 marks the beginning of the transmitting window 66, and VT(MS) 68 marks the end of the transmitting window 66. The transmitter 65 will only
 5 transmit PDUs 50 that have sequence numbers 52 that are within the range of the transmitting window 66, i.e., that are sequentially on or after VT(A) 67, and sequentially before VT(MS) 68.

10 The receiving window 61 has a fixed receiving window size. The receiving window size is simply the number of sequence number values spanned by the state variables VR(R) 62 and VR(MR) 63. That is, VR(MR) 63 is always kept a fixed sequence number value distance away from VR(R) 62, which may be represented
 15 mathematically as:

$$\text{VR(MR)} = \text{VR(R)} + \text{receiving window size} \quad (1)$$

Note that, as the sequence number 52 is a 12-bit number, equation (1) is a true 12-bit addition, and thus will suffer from rollover on overflow. Consequently, VR(MR) 63 does not always contain a value that is numerically larger than VR(R) 62. Similarly, the transmitting window 66 has a transmitting window size state variable VT(WS) 66a, which indicates the
 25 number of sequence number values spanned by the state variables VT(A) 67 and VT(MS) 68. The state variable VT(WS) 66a has an initial value that is set to a configured transmitting window size, which is supplied by layer 3. As above, this may be represented mathematically as:

30

$$\text{VT(MS)} = \text{VT(A)} + \text{VT(WS)} \quad (2)$$

And again, the result from equation (2) may suffer from rollover due to overflow. The receiver 64 may explicitly request

the transmitter 65 to change the value of VT(WS) 66a. The requested value of VT(WS) 66a, however, cannot be greater than the originally configured transmitting window size, i.e., the size indicated by the transmitter's layer 3.

5

As the receiver 64 receives PDUs 50 from the transmitter 65, the receiver 64 will update that value of the state variable VR(R) 62 to reflect the sequentially earliest sequence number 52 before which all preceding PDUs 50 have been successfully received. Put another way, VR(R) 62 always holds the sequence number 52 of the sequentially earliest PDU 50 that the receiver 64 is waiting to receive. Upon the successful reception of this PDU 50, the receiver 64 advances the state variable VR(R) 62 to the sequence number value 52 of the next PDU 50 that needs to be received, and the state variable VR(MR) 63 is updated using equation (1) accordingly. In this manner, the receiving window 61 is advanced by the receiver 64 as the PDUs 50 stream in from the transmitter 65. It should also be noted that the transmitter 65 may explicitly request the receiver 64 to advance the receiving window 61 with a layer 2 signaling PDU, but this has no bearing on the present invention.

The transmitting window 66 is advanced when the transmitter 65 receives a layer 2 acknowledgment status PDU from the receiver 64. The layer 2 acknowledgment status PDU holds the most current value of the state variable VR(R) 62, and is sent at periodic intervals by the receiver 24, or in response to an explicit request from the transmitter 65. The acknowledgement status PDU may also indicate PDUs within the receiving window 61 that are known to have been missed (because, for example, sequentially later PDUs have already been received) and which must consequently be re-transmitted. The transmitter 65 will then set the state variable VT(A) 67 equal to the value held in the acknowledgment status PDU, which in effect sets VT(A)

67 equal to $VR(R)$ 62. The transmitter 65 updates the state variable $VT(MS)$ 68 using equation (2) accordingly. In this manner, the transmitting window 66 and the receiving window 61 move forward with each other in lock step, with the transmitting window 66 tending to lag just a bit behind the receiving window 61.

The transmitter 65 has an additional state variable $VT(S)$ 69. When the transmitter 65 begins transmitting the PDUs 50 that lie within the transmitting window 66, the transmitter 65 begins with a PDU 50 having a sequence number 52 given by the state variable $VT(A)$ 67, and works sequentially forward until it reaches a PDU 50 having a sequence number 52 that is just prior to $VT(MS)$ 68. That is, the transmitter 65 transmits the PDUs 50 in sequence, beginning at $VT(A)$ 67 and ending at $VT(MS) - 1$. The state variable $VT(S)$ 69 holds the sequence number 52 of the next PDU 50 to be transmitted. Thus, the PDUs 50 with sequence numbers 52 on or sequentially after $VT(A)$ 67, and on or sequentially before $VT(S) - 1$ have been transmitted at least one time, and are stored in a retransmission buffer 66b until they are acknowledged by the receiver 64 by way of an acknowledgment status PDU. Note that if a PDU 50 with a sequence number 52 equal to $VT(A)$ 67 is acknowledged, $VT(A)$ 67 is updated to the next sequentially earliest sequence number value within the retransmission buffer 66b. PDUs 50 with sequence numbers 52 on or after $VT(S)$ 69 have not yet been transmitted by the transmitter 69.

To insure that the transmitting window 66 advances, the transmitter 65 must, at intervals, request the receiver 64 to send an acknowledgment status PDU. This is termed polling, and is implemented by way of the polling bit 53. When the transmitter 65 determines that it is time to poll the receiver 64, the transmitter 65 will send the next outgoing PDU 50,

i.e., the PDU 50 indicated by the state variable VT(S) 69, or a PDU 50 in the retransmission buffer 66b, with the polling bit 53 set to one. Upon reception of any PDU 50 with the polling bit 53 set, the receiver 64 responds by sending an acknowledgment status PDU. The acknowledgment status PDU will contain the most recent value of the state variable VR(R) 62, which the transmitter 65 will subsequently use for the state variable VT(A) 67 to advance the transmitting window 66. Various methods may be used by the transmitter 65 to determine when to poll the receiver 64. The transmitter 65 may, for example, use timer-based polling, in which polling is performed at regular, periodic intervals. Alternatively, the transmitter 65 may use window-based polling, in which the transmitter 65 polls the receiver 64 when a certain percentage of the transmitting window 66 has been transmitted.

For window-based polling, a polling function that utilizes VT(S) 69 is used to obtain a polling test value "t":

$$t = \text{PollingFunction}(VT(S)) \quad (3)$$

A polling value is given, which is simply a percentage of the transmitting window 66 that has been sent at least once. For example, one may set the polling value to 60%, indicating that polling is to be performed if 60% or more of the transmitting window 66 has been sent at least once. Polling is triggered if "t" from the above equation (3) exceeds the polling value. When polling is triggered due to "t", the polling bit 53 is set for the next outgoing PDU 50. Triggering polling by setting the polling bit 53 does not tie up any radio resources, as the polling bit 53 is always transmitted anyway, regardless of whether it is set or cleared. However, responding to the polling bit 53 by way of the acknowledgement status PDU does tie up radio resources. Hence, the polling bit 53 should not

be set capriciously.

However, after VT(S) 69 has reached a sufficiently advanced value with respect to VT(A) 67 such that polling is triggered, for those cases that VT(A) 67 has not advanced, any re-transmitted PDU in the retransmission buffer 66b will trigger a poll because the state variables VT(S) 69 and VT(WS) 66a have not changed. This kind of triggering of polling can lead to degradation of the efficient utilization of radio resources (to the subsequent acknowledgement status PDUs in response to the set polling bit 53), and is therefore undesired.

Additionally, the exact timing of the updating of the state variable VT(S) 69 can be somewhat ambiguous. For some implementations, VT(S) 69 is updated (i.e., incremented) when the associated PDU 50 is constructed. In other implementations, VT(S) 69 is not updated until the associated PDU 50 is transmitted, or sent to the layer 1 interface. This can lead to difficulties in conformance testing.

20

SUMMARY OF THE INVENTION

It is therefore a primary objective of this invention to provide a method for determining triggering of a polling request in a wireless communications protocol for a transmitter that avoids unnecessary polls, and which is consistent across all implementations.

Briefly summarized, the preferred embodiment of the present invention discloses a method for determining triggering of a polling request in a wireless communications protocol for a transmitter. The transmitter is capable of transmitting protocol data units (PDUs). Each PDU has an n-bit sequence number. A polling determination method is provided that determines if polling should be performed according to a

parameter S that is an n-bit sequence number. Polling is then triggered if a PDU that is next to be transmitted is not a re-transmitted PDU and the polling determination method indicates that polling is to be triggered according to the sequence number of the PDU. The polling determination method uses the equation: $t = ((2^n + 1 + S - VT(A)) \bmod 2^n) / VT(WS)$ to determine if polling should be triggered, where S is the sequence number of the next outgoing PDU.

10 It is an advantage of the present invention that the test value accurately returns the percentage of the transmitting window that has been transmitted, and causes the polling bit of a PDU to be properly set regardless of how VT(S) may change from implementation to implementation. Additionally, by
15 ensuring that the polling bit is set only for PDUs that are being transmitted for the first time, unnecessary polling and response procedures are eliminated, thus ensuring a more efficient use of radio resources.

20 These and other objectives of the present invention will no doubt become obvious to those of ordinary skill in the art after reading the following detailed description of the preferred embodiment, which is illustrated in the various figures and drawings.

25

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig.1 is a block diagram of a three-layer communications protocol.

30 Fig.2 is a simplified diagram of a transmission/reception process from a layer 2 perspective.

Fig.3 is a block diagram of an acknowledged mode data (AMD) protocol data unit (PDU).

Fig.4 is a simplified block diagram of a receiver and a

transmitter in a wireless communications system.

Fig.5 is a simplified block diagram of a wireless communications system according to the present invention.

Fig.6 is a flow chart of the method of the present invention.

5

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

In the following description, a communications protocol as disclosed in the 3GPP™ specification TS 25.322 is used by way of example. However, it should be clear to one in the art that any wireless communications protocol that requires polling to acknowledge the reception of transmitted data may utilize the poll-triggering method of the present invention. It should be further noted that transmitters and receivers in the following detailed description can include cellular telephones, personal data assistants (PDAs), personal computers (PCs), or any other devices that utilize a wireless communications protocol.

20 It is the method of the present invention to determine triggering of a polling request for a transmitter only for PDUs that are not being re-transmitted, and by using the following equation:

25
$$t = \{(2^n + 1 + S - VT(A)) \bmod 2^n\} / VT(WS) \quad (4)$$

Retransmitted PDUs may be transmitted with their associated polling bits 53 set to one by other polling triggers, such as a "Last PDU in retransmission buffer" event. However, re-transmitted PDUs never trigger a polling operation by the present invention. The term "S" within equation (4) is the sequence number of a PDU whose polling bit 53 is to be set or cleared based upon "t". The term "n" is the bit-size of the sequence number "S". In the preferred embodiment, the

sequence number "S" is a 12-bit value, and hence the term "n" is 12.

To better understand equation (4), please refer to Fig.5.

5 Fig.5 is a simplified block diagram of a wireless communications system 70 that utilizes the method of the present invention. The wireless communication system 70 includes a receiver 80 and a transmitter 90. Both the transmitter 90 and the receiver 80 utilize a 3-tiered communications protocol. In the

10 transmitter 90, a layer 3 interface 93 passes layer 2 service data units (SDUs) 93a to a layer 2 interface 92 for transmission. The layer 2 interface 92 composes the SDUs 93a into layer 2 protocol data units (PDUs) 92a that are passed to the layer 1 interface 91 for transmission. The PDUs 92a have a format

15 that is identical to that discussed in the Description of the Prior Art, and thus need not be detailed any further here. In particular, though, each PDU 92a has an n-bit sequence number 52 that identifies the sequential order of the PDU 92a in a stream of transmitted PDUs 92a. For the preferred embodiment,

20 n is 12, and thus the sequence numbers for the PDUs 92a have a cyclical range from zero to 4095. Each PDU 92a also has a polling bit 53 that may be set by the transmitter 90 to poll the receiver 80. As discussed in the prior art, the receiver 80 responds to a set polling bit 53 with an acknowledgment

25 status PDU so that the transmitter 90 may advance its transmitting window 94.

The transmitting window 94 is defined by state variables VT(A) 95, VT(WS) 96 and VT(MS) 97. The transmitter 90 will

30 only transmit PDUs 92a with sequence numbers 52 that are within the transmitting window 94. The state variable VT(A) 95 marks the beginning value of the transmitting window 94. The state variable VT(WS) 96 marks the size of the transmitting window 94, which is simply the number of sequence number values 52

spanned by the transmitting window 94. The state variable VT(MS) 97 marks the end of the transmitting window 94, and is thus just the sum of VT(A) 95 and VT(WS) 96. Due to overflow, the value held within VT(MS) 97 need not be greater than a value held within VT(A) 95. Finally, a state variable VT(S) 98 holds the sequence number 52 of a PDU 92a that is next in line to be transmitted. VT(S) 98 will always be sequentially on or after VT(A) 95, and sequentially on or before VT(MS) 97. The state variables VT(A) 95, VT(WS) 96, VT(MS) 97 and VT(S) 98 are identical in function to those discussed in the Description of the Prior Art.

The transmitter 90 also includes a calculation unit 99 that is used to calculate a test value t 99a. The value of t 99a is compared against a polling value 93b, that is supplied by the layer 3 interface 93, to determine if the transmitter 90 should poll the receiver 80. The polling bit 53 is set in a subsequently generated and transmitted PDU 98p if polling is to be performed. The test value t 99a is used for window-based polling, and to generate a value for t 99a the calculation unit utilizes the state variables VT(A) 95, VT(WS) 96, the sequence number S 98s held within the PDU 98p, and equation (4). The polling value 93b indicates a transmission percentage of the transmitting window 94, i.e., the polling value 93b indicates the percentage of PDUs 92a in the transmitting window 94 that have been transmitted by the transmitter 90. If the value of t 99a exceeds or equals the polling value 93b, and the PDU 98p is not a re-transmitted PDU 92a, then a polling request is triggered by setting the polling bit 53 of the PDU 98p to one. That is:

- 1) If the PDU 98p is a re-transmitted PDU 92a, then the polling bit 53 for the PDU 98p is not required to be set to one by the present invention. If the PDU 98p is

being transmitted for the first time, then the polling bit 53 is set according to the test value t_{99a} and the polling value 93b.

5 2) If required, the test value t_{99a} is generated using equation (4) above. The parameters for equation (4) are obtained from the state variables $VT(A)$ 95, $VT(WS)$ 96, the sequence number S_{98s} of the PDU 98p under consideration, and the bit-size n of the sequence number S_{98s} .

10 3) Only if the test value t_{99a} equals or exceeds the polling value 93b, and the PDU 98p is not a re-transmitted PDU 92a, should the polling bit 53 for the PDU 98p be set to one to trigger polling.

15 Please refer to Fig.6 with reference to Fig.5. Fig.6 is a flow chart of the method of the present invention, which is implemented by the calculation unit 99 to determine if polling should be triggered by the transmitter 90. The steps are explained below:

20

100: Obtain a PDU 98p for which the polling bit 53 is to be set or cleared.

25 110: If the PDU 98p obtained in step 100 is a re-transmitted PDU 98p, then go to step 180. Otherwise, proceed to step 120.

120: Obtain the current values for the transmitting window 94, which include the values from the state variables $VT(A)$ 95 and $VT(WS)$ 96, and additionally extract the sequence number S_{98s} from the PDU 98p obtained from step 100.

30

130: A first value x is computed. The value x is $(2^n + 1)$ added to the difference of the sequence number S_{98s} and the state variable $VT(A)$ 95. The value of n is the bit size of the sequence number S_{98s} ,

and thus in the preferred embodiment is 12.
Consequently, 4097 is added to $(S - VT(A))$.

- 140: A second value y is computed. The value of y is the modulus of the first value x with 2^n . The second value
5 y is thus $x \bmod 4096$.
- 150: The test value t_{99a} is obtained by dividing the second value y by the state variable $VT(WS)$ 96. The test value t_{99a} indicates the current transmission percentage of the transmitting window 94 in fractional form with respect to the PDU 98p.
10
- 160: Compare the test value t_{99a} to the polling value 93b. As the polling value is stored as a percentage in the form of zero to 100, the value of t_{99a} is multiplied by 100 to perform this comparison.
- 15 170: If the transmission percentage as represented by t_{99a} is greater than or equal to the polling value 93b, then polling is triggered for the transmitter 90. The polling bit 53 for the PDU 98p is set to one.
- 20 180: If the transmission percentage as represented by t_{99a} is less than the polling value 93b, or the PDU 98p is a re-transmitted PDU 98p, then no polling is required.
- 25 190: End of polling determination method. For a next PDU 98p, the process is repeated from step 100.

In contrast to the prior art, the present invention utilizes
30 a calculation unit to compute a test value t according to the equation:

$$t = \{(2^n + 1 + S - VT(A)) \bmod 2^n\} / VT(WS)$$

The above formula accurately yields the transmission percentage of the transmitting window of the transmitter with respect to the PDU being considered so that the transmitter will accurately trigger a polling request. However, polling is only performed if the PDU under consideration in the above equations is not a re-transmitted PDU. Polling is not triggered with re-transmitted PDUs. In this manner, unnecessary usage of radio resources is avoided. A more efficient wireless transmission system is thereby ensured. By using the actual sequence number S 98s embedded within the PDU 98p, rather than the current value of the state variable VT(S) 98, implementation ambiguities of the value of VT(S) 98 are avoided. Conformance testing is consequently made easier.

Those skilled in the art will readily observe that numerous modifications and alterations of the device may be made while retaining the teachings of the invention. Accordingly, the above disclosure should be construed as limited only by the metes and bounds of the appended claims.

20

CLAIMS

What is claimed is:

- 5 1. A method for determining triggering of a polling request in a wireless communications protocol for a transmitter, the transmitter capable of transmitting protocol data units (PDUs), each PDU comprising an n-bit sequence number, the method comprising:
- 10 providing a polling determination method that determines if polling should be performed; and causing polling to be triggered only if a PDU that is to be transmitted is not a re-transmitted PDU and the polling determination method indicates that polling is to be
- 15 triggered.
2. The method of claim 1 wherein the polling determination method comprises:
- 20 providing a polling value beyond which polling is to be triggered;
- obtaining a base sequence number $VT(A)$, the base sequence number $VT(A)$ marking a beginning sequence number of a transmitting window of the transmitter;
- obtaining a first value that is $(2^n + 1)$ added to a difference
- 25 of a parameter S and the base sequence number $VT(A)$;
- obtaining a second value that is a modulus of the first value with 2^n ; and
- obtaining a test value that is the second value divided by a size of the transmitting window;
- 30 wherein polling is to be triggered if the test value is greater than the polling value, and the parameter S is the n-bit sequence number of the PDU that is to be transmitted.
3. The method of claim 2 wherein polling is to be triggered

if the test value is equal to the polling value.

4. The method of claim 2 wherein the polling value indicates a percentage of PDUs in the transmitting window that have been
- 5 transmitted by the transmitter.

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

A transmitter is capable of transmitting protocol data units (PDUs). Each PDU has an n-bit sequence number. A polling determination method is provided that determines if polling should be performed according to a parameter S that is an n-bit sequence number. Polling is then triggered if a PDU that is next to be transmitted is not a re-transmitted PDU and the polling determination method indicates that polling is to be triggered according to the sequence number of the PDU. The polling determination method uses the equation: $t = ((2^n + 1 + S - VT(A)) \bmod 2^n) / VT(WS)$ to determine if polling should be triggered, where S is the sequence number of the next outgoing PDU.

15

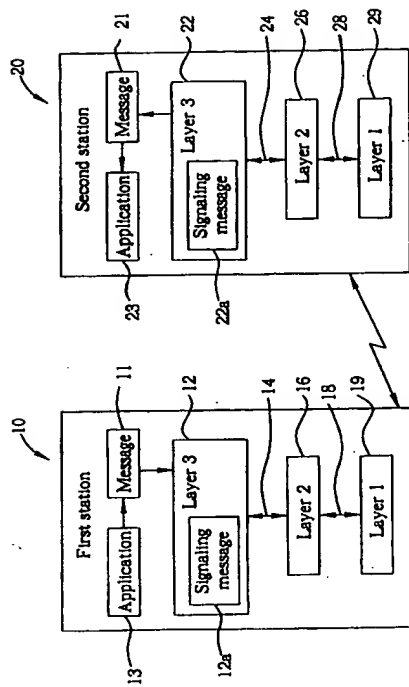


Fig. 1 Prior art

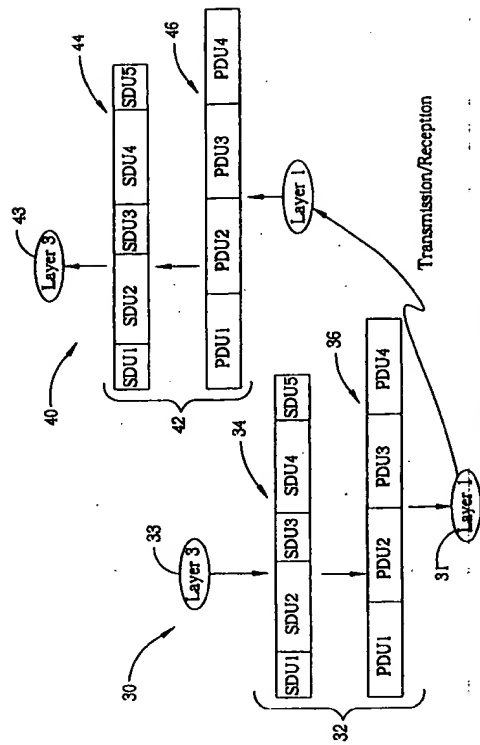


Fig. 2 Prior art

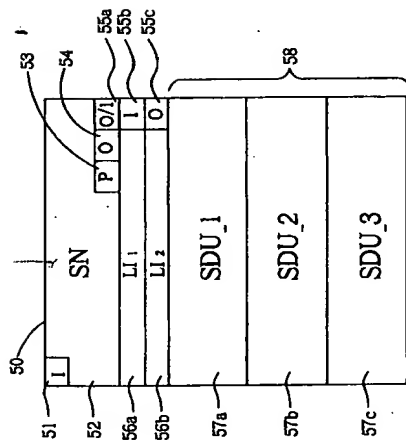


Fig. 3 Prior art

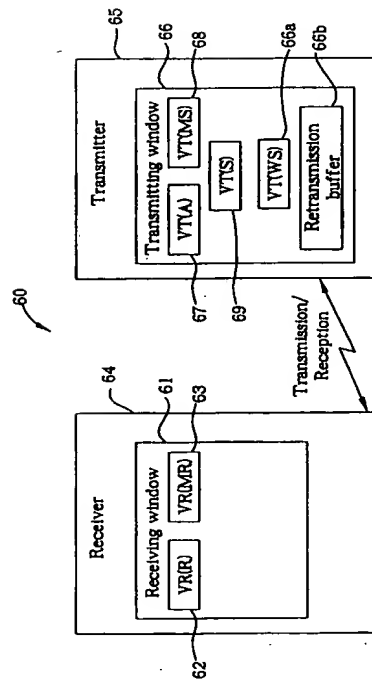


Fig. 4 Prior art

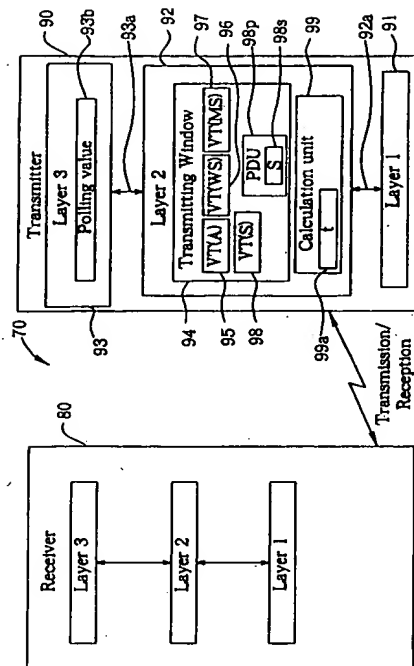


Fig. 5

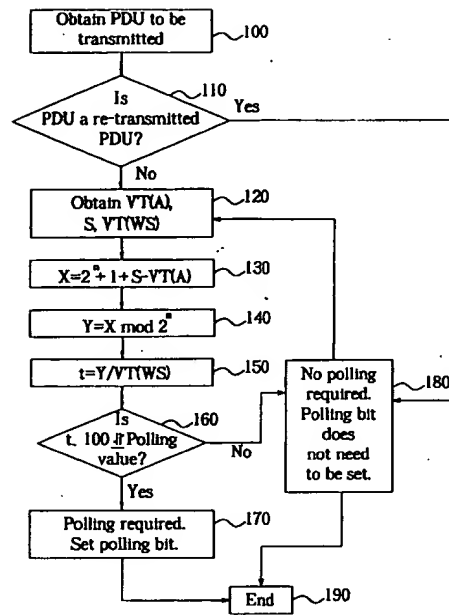


Fig. 6